

## 新たな多重プローブ法を用いた P300 による隠匿情報検査における カウンタメジャーの効果

平 伸二<sup>1</sup> 山下勇樹<sup>2</sup> 皿谷陽子<sup>1</sup> 濱本有希<sup>3</sup> 古満伊里<sup>4</sup>

(心理学科<sup>1</sup>) (福山大学大学院人間科学研究科<sup>2</sup>)

(静岡県警察本部刑事部科学捜査研究所<sup>3</sup>) (東亜大学人間科学部<sup>4</sup>)

本研究は新たな多重プローブ法を用いて、P300 による隠匿情報検査 (CIT) におけるカウンタメジャー (CM) の影響を検討した。参加者は、物理的か心理的かのいずれかの CM を行うように教示を受けた。本研究は、身体的及び心理的 CM が、新たな多重プローブ法を用いた P300 振幅による CIT の正確性を減少させることを示した。その一方で、標的に対する長い反応時間が、身体的及び心理的 CM に関する有効な検出法となることを示した。

【キーワード：P300, 隠匿情報検査, カウンタメジャー】

一般に、P300 による隠匿情報検査 (concealed information test: CIT) の多重プローブ法は、6 つの標的刺激 (target), 6 つの裁決刺激 (probe), 24 の非裁決刺激 (Irrelevant) で構成する (Farwell & Donchin, 1991; Rosenfeld, Shue, & Singer, 2007)。これに対し、平 (2012) は標的刺激を 1 つに固定する新たな多重プローブ法を提案して、その有効性を見出した。そして、平・濱本・古満 (2014) では、模擬窃盗シナリオ課題を用い、単一の標的刺激に加え、6 つの裁決刺激とそれに対応する非裁決刺激から構成した刺激構成 (1 : 6 : 6) で P300 による CIT を実施した。加算平均回数を 5 回, 10 回, 20 回で検討した結果、5 回と 10 回の加算平均回数のみで、裁決刺激の P300 振幅が非裁決刺激よりも有意に大きくなるという結果が得られた。つまり、刺激の呈示回数を少なくして検査時間の短縮が図れる新たな多重プローブ法の有効性を報告した。

ところで、虚偽検出において妨害工作であるカウンタメジャー (countermeasures: CM) の問題は、末梢神経系による従来のポリグラフ検査においても (Honts, Devitt, Winbush, & Kircher, 1996), P300 による CIT においても (濱本・平・大平, 2010 ; Rosenfeld, Soskins, Bosh, & Ryan, 2004), 検出率の低下が報告されており、極めて重要な問題である。CM は身体的 CM と心理的 CM に大別され、それぞれ抑制型と興奮型がある。興奮型の身体的 CM は、犯罪とは直接関係しない非裁決刺激の呈示に対して足で床を踏みつける、両足のつま先をあげる (濱本他, 2010) などの方法を取り、裁決刺激と非裁決刺激の反応量の識別性を低下させることができる。抑制型の心理的 CM は、検査中に 200 から 7 ずつ引いていく暗算課題 (濱本他, 2010) などの方法を取り、裁決刺激に対する特異反応を抑制する可能性がある。

そこで、本研究では、新たな多重プローブ法 (平, 2012) に CM の課題を付加することで

P300 振幅, 検出率, 反応時間 (reaction time: RT) にどのような影響が現れるかを検討する。CM の影響が見出された場合, 濱本他 (2010), 佐々木・平・松田 (2001) のように, RT の指標から CM に対する対抗策を提案する。なお, 加算平均回数は平他 (2014) と同様に 5 回, 10 回, 20 回で検討する。

## 方法

**実験参加者** 実験に同意した福山大学の学生 10 名 (平均年齢 20.1 歳,  $SD=0.90$ )。

**実験装置** 脳波と RT の測定には, TEAC 製携帯型多用途生体アンプ (Polymate AP1524) を用いた。

**測定指標** 脳波を測定するために, 国際 10-20 法に従い正中線上の前頭部 (Fz), 中心部 (Cz), 頭頂部 (Pz) の頭皮上各部位に皿電極を電極糊で固定し, 基準電極は両耳朶として導出し, 時定数 3 s, 高域遮断フィルタ 100 Hz で増幅した。そして, サンプリング周波数 500 Hz で A/D 変換したデータをハードディスクに保存した。上下方向の眼球電図 (EOG) は左眼窩上下縁部から導出し, 脳波に影響するアーチファクトを監視した。さらに, 標的刺激に対するボタン押し課題の RT についても記録した。事象関連電位は, 刺激呈示前 200 ms から刺激呈示後 800 ms の 1,000 ms 間を加算平均して求めた。刺激呈示前 200 ms の区間を基線として, 基線から  $\pm 100 \mu V$  を超える電位を含む試行は自動的に分析から除外した。

**刺激** 標的刺激はサクラ, 裁決刺激と非裁決刺激は, それぞれ犯行時刻, 犯行地域, 侵入経路, 盗品の入った入れ物の色, 盗品の種類, 逃走車両を示す単語である (表 1)。裁決刺激は実際の模擬シナリオと一致する内容であったが, 非裁決刺激は模擬シナリオとは無関係のものであった。裁決刺激と非裁決刺激は 6 種類ずつで, 比率は 1:1 とした。呈示刺激は文字刺激であり, 呈示時間 300 ms, 呈示間隔 1500 ms ( $\pm 10\%$ ) で, 各刺激が 1/6 ずつランダムになるように呈示した。具体的には, 標的刺激を 50 回, 裁決刺激および非裁決刺激については, それぞれの刺激を 10 回ずつ呈示した。刺激は 1 m 離れたディスプレイに呈示した。

**手続き** まず, 実験参加者は, 「昨日の午前 2 時に, 青葉台の住宅へ玄関から侵入して, 黒色の布袋に入ったイヤリングを盗み, マツダ車で逃走した。」という内容の模擬窃盗シナリオ課題を与えられた。そして, 下線で示した裁決刺激に相当する部分を完全に記憶するように求められた。完全に記憶できたという申告後, 下線部分を空白にした文章を埋めさせ, すべて正解したことを確かめて, 電磁シールドルーム内で脳波測定用の電極装着を行った。実験参加者には標的刺激に対して利き手のボタン押し, それ以外の刺激に対しては非利き手のボ

タン押しをできるだけ速く正確にできるよう求めた。CMについては、身体的CMには文字刺激が呈示される度に両足のつま先をあげることで、心理的CMには実験開始から終了まで200から7ずつ引いてもらう暗算課題を実験参加者に教示した。また、模擬犯罪シナリオ課題で記憶した事件を脳波測定で検出されないように努力することを教示した。なお、身体的CMと心理的CMの順序は、実験参加者間でカウンターバランスをとった。

表1 新しい多重プローブ法による呈示比率1：1による刺激構成

標的刺激	裁決刺激	非裁決刺激
サクラ	午前2時	午前5時
	青葉台	入船町
	玄関	2階
	黒色	白色
	イヤリング	ネックレス
	マツダ	トヨタ

**結果の処理** 本実験では、加算平均回数を1-5回まで、1-10回まで、1-20回までの3種類求めた。さらに、個人毎の波形から10名の総加算平均波形を算出した。そして、各参加者のP300最大振幅とP300頂点潜時を算出した。また、それぞれの刺激に対するRTも算出した。本論文では、5回、10回、20回のPzにおけるP300最大振幅について、分析ソフトIBM SPSS Statistics 19を使用し、回数（5回、10回、20回）×刺激（標的・裁決・非裁決）の繰り返し要因のある2要因の分散分析を行った。自由度はHuynh-Feldtのεを用いて調整し、効果量partial  $\eta^2$ も求めた。なお、多重比較にはBonferroni法を用いた。

## 結果

測定した脳波から身体的CMによる5回、10回、20回の総加算平均波形を算出して図1に示した。図1の総加算平均波形を見ると、標的、裁決、非裁決ともに300-500ms付近で最大の陽性波が見られている。標的と裁決に対するP300振幅の差を見ると、5回、10回、20回いずれも刺激の差は見られない。標的に対するP300振幅は、20回の加算平均回数で最大となり、約15  $\mu V$ の振幅であることがわかる。

次に、測定した脳波から心理的CMによる5回、10回、20回の総加算平均波形を算出して図2に示した。図2の総加算平均波形を見ると、標的、裁決、非裁決ともに300-500ms付

近で最大の陽性波が見られている。しかし、裁決に対する P300 振幅の差を見ると、5 回、10 回、20 回いずれも、非裁決よりも顕著に大きな振幅は得られていない。また、身体的 CM と比較して、すべての条件・刺激において振幅が小さくなっていることがわかる。

図 3 は身体的 CM と心理的 CM 条件における脳波を、5 回、10 回、20 回の加算平均処理を行い、300-600 ms 間の最大の陽性電位を抽出して平均したものである。図 3 からわかるように、いずれの条件でも標的刺激に対する P300 振幅が最大の値を示しているが、裁決刺激が非裁決刺激より大きな振幅にならず、逆に非裁決刺激の反応量が大きい条件が多く見られる。P300 振幅についての繰り返し要因のある 3 要因分散分析の結果、刺激( $F(2,18)=10.67, p<.01, \epsilon=.955, \text{partial } \eta^2=.54$ )と加算回数( $F(2,18)=5.11, p<.05, \epsilon=.73, \text{partial } \eta^2=.36$ )の要因に主効果が認められた。条件の主効果とその他の交互作用はいずれも有意ではなかった( $p>.05$ )。Bonferroni 法による多重比較は、裁決の P300 振幅が非裁決に比べて有意に増大しないことを明らかにした( $p>.05$ )。

また、裁決刺激が非裁決刺激よりも大きい場合を検出成功とした場合、検出率は身体的 CM で 5 回が 40%、10 回が 50%、20 回が 30%、心理的 CM で 5 回が 40%、10 回が 50%、20 回が 40% と低くなった。つまり、実験参加者の半分以上が両 CM 条件で正しく判定されていなかった。

図 4 は身体的 CM と心理的 CM 条件における、各刺激に対する RT の平均値である。RT は身体的 CM よりも心理的 CM で長くなり、標的刺激が比較的短くなっていることがわかる。そして、裁決刺激に対する RT は、すべて 500 ms より長くなっていることがわかる。しかし、RT についての繰り返し要因のある 3 要因分散分析は、すべての主効果、交互作用ともに有意差は認められなかった。

# 身体的CM

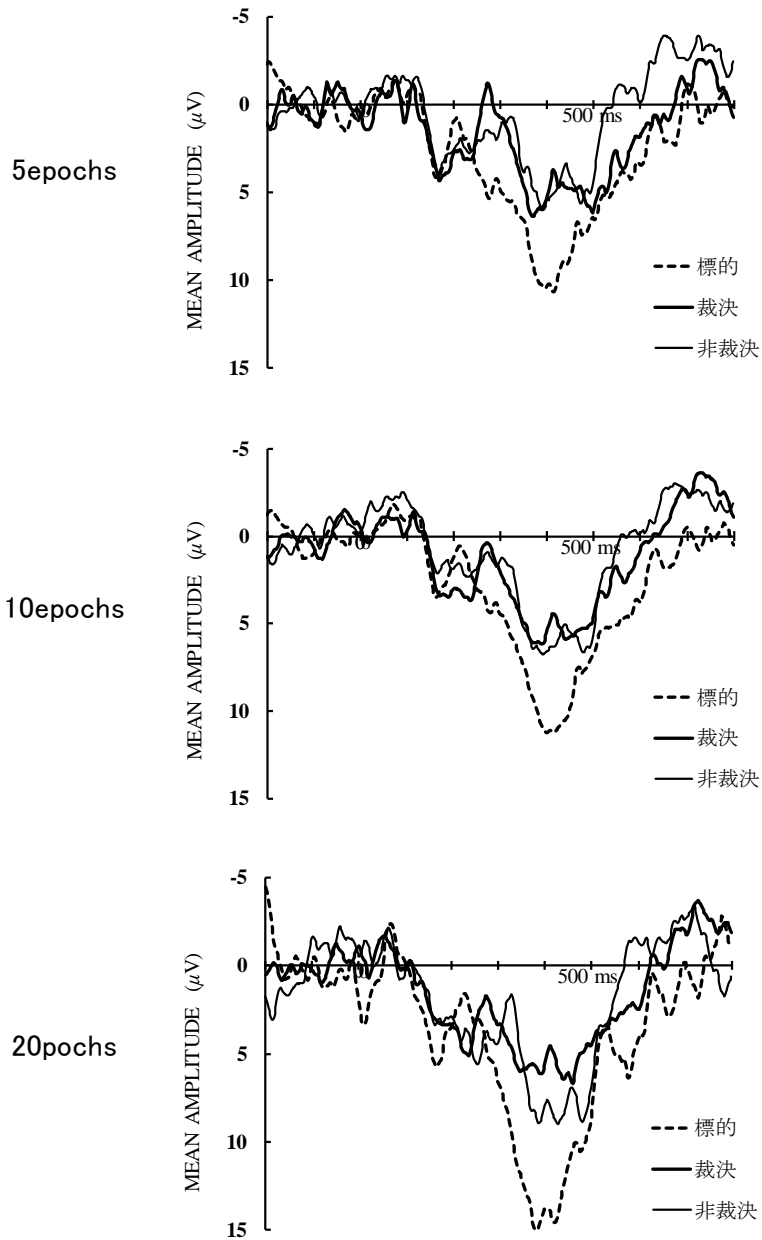


図1 身体的CMによる加算平均回数5回（上段），10回（中段），20回（下段）における各刺激に対する総加算平均波形（Pz）

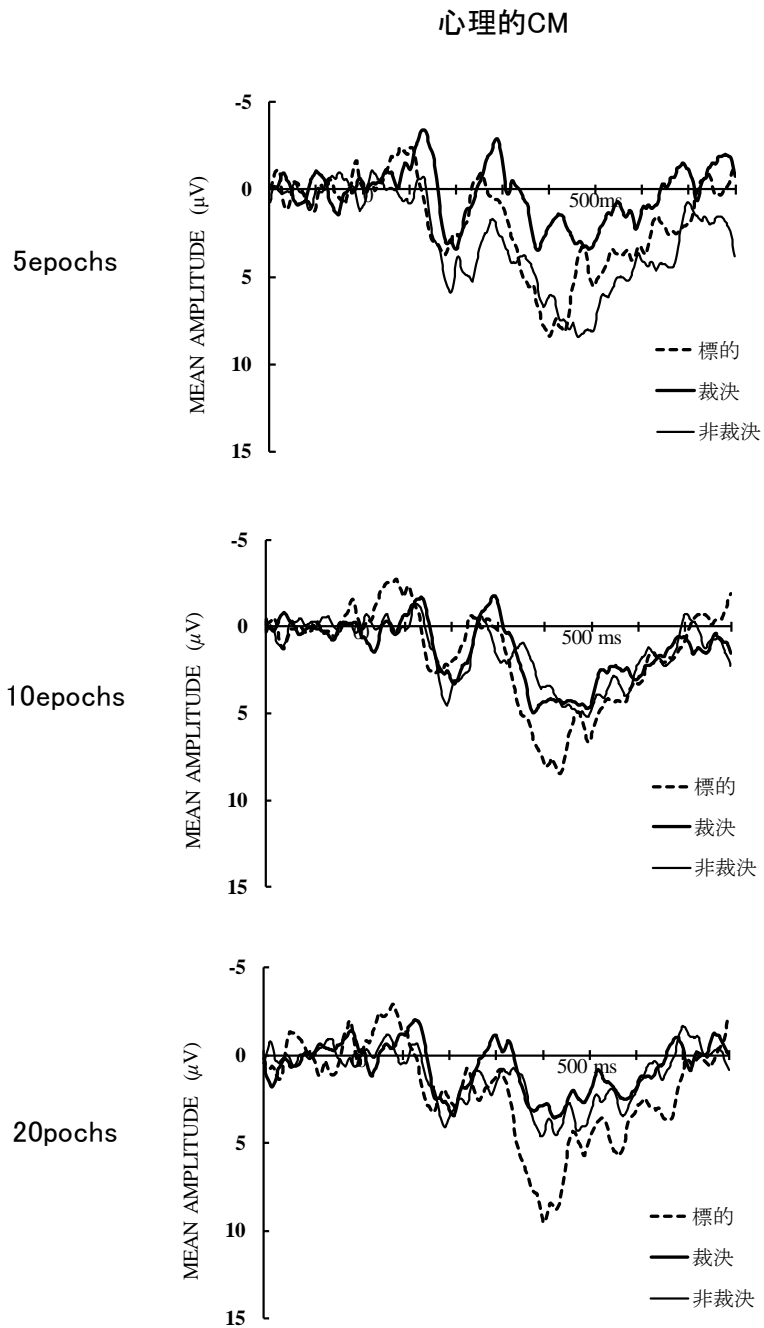


図2 心理的 CM による加算平均回数 5 回（上段），10 回（中段），20 回（下段）における各刺激に対する総加算平均波形（Pz）

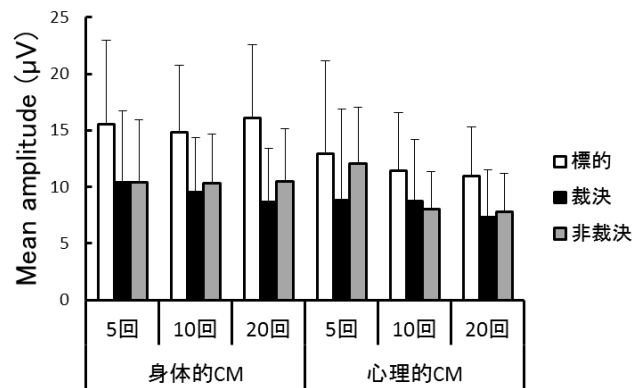


図3 加算平均回数毎の両CM条件における各刺激に対するP300振幅(Pz)

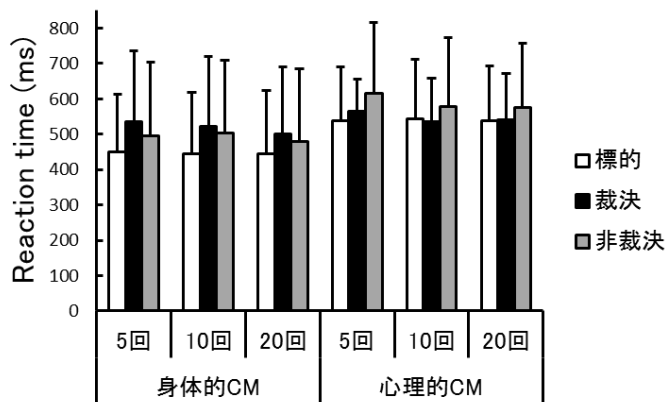


図4 両CM条件における各刺激に対するRT

## 考察

本研究は、標的刺激を1つに固定した新たな多重プローブ法(平, 2012)を用い、身体的及び心理的CMの課すことでP300振幅、検出率、RTにどのような影響が現れるかを検討した。さらに、平他(2014)で用いた標的刺激: 裁決刺激: 非裁決刺激が1: 6: 6という刺激構成にして、加算平均回数も5回、10回、20回で検討した。一般に、P300によるCITの多重プローブ課題では、刺激呈示比率は1: 6: 24、加算平均回数は20回以上が採用されるが、本研究の新たな刺激呈示法と分析法は、被検査者に負担をかけない検査時間を短縮させる方法の確立も目指しており、実務応用に向けての観点からも考察を行う。

まず、P300振幅の結果は、身体的CM条件、心理的CM条件ともに、いずれの加算平均回数においても裁決刺激が非裁決刺激より有意に大きくなることはなかった。すなわち、文

字刺激が呈示される度に両足のつま先をあげる身体的 CM、実験開始から終了まで 200 から 7 ずつ引いてもらう暗算課題による心理的 CM が、裁決刺激と非裁決刺激の弁別力を低下させる結果となった。同じ刺激構成、加算平均回数で実験参加者に CM に関する具体的な教示を与えなかった平他 (2014) の実験では、加算平均回数 5 回と 10 回において、裁決刺激が非裁決刺激よりも有意に大きくなっていた。つまり、身体的 CM と心理的 CM は、裁決刺激に対する P300 振幅を減少させることが見出された。なお、標的刺激に対する P300 振幅は身体的 CM と比較して、心理的 CM で小さくなった。この傾向は、同様の実験を行った濱本他 (2010) の結果と同様である。その理由としては、3 種類の刺激の弁別課題中に暗算課題を課す二重課題になっていることが考えられる。

次に、裁決刺激が非裁決刺激よりも大きい場合を検出成功とした場合、5 回、10 回、20 回の検出率は、身体的 CM で 40%、50%、30%、心理的 CM で 40%、50%、40% となった。CM の教示をしていない平他 (2014) では、5 回、10 回、20 回の検出率は、それぞれ 90%、80%、50% となっていることから、CM が容易に検出率を減少させることも見出された。

これまでも P300 による CIT の研究において、CM が裁決刺激と非裁決刺激の弁別力を減少させ、検出率も低下させることが報告されている (濱本他, 2013, Rosenfeld et al., 2004)。濱本他 (2010) は、本実験と同じ身体的 CM と心理的 CM の教示を行い、カード検査による単一プローブ課題を実施しているが、両条件で裁決刺激と非裁決刺激の有意差は認められず、CM が P300 による CIT に影響を与えることを見出した。Rosenfeld et al. (2004) は、非裁決刺激が呈示された時に、左足の人差し指に力を入れる、左足の中指に力を入れる、左足の親指に力を入れる、右足の親指に力を入れる、参加者の顔を実験者がたたくところを想像するという 5 種類の CM が、検出率を下げることを見出している。本実験を含めて、P300 による CIT に関して、CM の問題は誤判定、特に、false negative error を増大させる可能性がある。

一方、RT の結果を見ると、裁決刺激に対する RT が身体的 CM 及び心理的 CM 条件ともに 500 ms を超えていることがわかる。平他 (2014) の CM を教示しない実験では、すべての刺激に対する RT が 300 ms–450 ms であったことから、CM による二重課題のため RT が遅延することが考えられる。また、Hira & Hamamoto(2008) は、過去の CM を教示していない P300 による CIT の 5 つの実験をまとめ、裁決刺激に対する RT の平均が 337.1 ms ( $SD=51.9$ ;  $n=173$ ) であると報告している。すなわち、CM により検出率は低下するが、CM を行って妨害していることは RT の遅延で容易に監視できる可能性が示唆できる。佐々木他(2001)も、CM 群では、RT の散布度 ( $SD$ ) の増大と遅延方向へ歪度が広がることを見出している。本研究の結果も同様であり、行動指標から CM を検出する可能性が示唆できる。

ところで、本研究では標的刺激を 1 つに固定し、裁決刺激と非裁決刺激の呈示確率を 1 : 1 とする新たな多重プローブ法を実施した。さらに、加算平均回数も 5 回、10 回、20 回で分析した。一般に、P300 による CIT では Farwell & Donchin(1991)が採用した、標的 : 裁決 : 非裁



が6:6:24という刺激構成の多重プローブ法を用いる。この多重プローブ法は、検査時間を短縮して慣れや疲労の影響を緩和できるが、標的刺激が6種類と多いため、参加者への課題要求が複雑すぎるという問題がある。実際に、標的刺激に対するRTは957 msと長くなった。同様に、Rosenfeld et al.(2007)では869 msと長かった。一方、単一プローブ法の場合、標的刺激に対するRTは420.8 ms ( $n=176$ )であることから(Hira & Hamamoto, 2008)、多重プローブ法で標的刺激が複数存在する手続きは、参加者の課題負荷が高すぎるため実務応用には適用困難と考えられる。したがって、今後もP300によるCITの実務応用を目指して、被検査者の負担を軽減し、検査時間も短縮できる方法の検討を続けていきたい。

## 引用文献

- Farwell, L.A., & Donchin, E. (1991). The truth will out: Interrogative polygraphy ("lie detection") with event-related brain potentials. *Psychophysiology*, **28**, 531-547.
- 濱本有希・平 伸二・大平英樹 (2010). P300を指標としたGKTに対するカウンタメジャーの効果——身体的カウンタメジャーと心理的カウンタメジャーの比較—— 人間環境学研究, **8**, 33-38.
- 平 伸二 (2012). P300を指標とした新たな多重プローブ型CITの検討——自我関与刺激を用いて—— 生理心理学と精神生理学, **30**, 163.
- Hira, S., & Hamamoto, Y. (2008). Comparison of critical and non-critical items for P300 amplitude, P300 latency and reaction time on P300-based GKT. *Psychophysiology*, **45**(Supplement 1), 80.
- 平 伸二・濱本有希・古満伊里 (2014). 新たな多重プローブ法を用いたP300による隠匿情報検査における脳波加算回数の検討 福山大学人間文化学部紀要, **14**, 99-106.
- Honts, C.R., Devitt, M.K., Winbush, M., & Kircher, J.C. (1996). Mental and physical countermeasures reduce the accuracy of the concealed knowledge test. *Psychophysiology*, **33**, 84-92.
- Rosenfeld, J.P., Shue, E., Singer, E. (2007). Single versus multiple probe blocks of P300-based concealed information tests for self-referring versus incidentally obtained information. *Biological Psychology*, **74**, 396-404.
- Rosenfeld, J.P., Soskins, M., Bosh, G., & Ryan, A. (2004). Simple, effective countermeasures to P300-based tests of detection of concealed information. *Psychophysiology*, **41**, 205-219.
- 佐々木 実・平 伸二・松田 俊 (2001). 事象関連電位を用いた虚偽検出における心理的カウンタメジャーの効果 心理学研究, **72**, 322-328.

【謝辞】本研究の遂行に当たり、平成25年度科学研究費助成事業（研究代表者：平伸二、課題番号：23530937）の補助を受けた。

## **Effects of countermeasures on P300-based concealed information test using a new multiple probe protocol**

Shinji HIRA, Yuhki YAMASHITA, Yoko SARAGAI<sup>1</sup>, Yuki HAMAMOTO  
and  
Isato FURUMITSU

This study examined the effect of countermeasures (CM) on the P300-based concealed information test (CIT) using the new multiple-probe protocol. Participants were instructed to apply either physical or mental CM. This study suggest that physical and mental CM reduced the accuracy of the P300-based CIT in the new multiple-probe protocol. On the other hand, prolonged reaction time to the probe seems to offer a potential detector for physical and mental CM.

KEY WORDS: P300, concealed information test, countermeasures